ISSN [e] 2244-8888

Pittieria
43
ENERO-DICIEMBRE 2019 págs. 8-33

ANATOMÍA DE LA MADERA DE 25 ESPECIES DE MALVACEAE EN VENEZUELA

WOOD ANATOMY OF 25 SPECIES IN MALVACEAE FROM VENEZUELA

por

LISAYDA ROJAS P. y WILLIAMS J. LEÓN H.

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
Departamento de Botánica y Ciencias Básicas. Laboratorio de Anatomía de Maderas.
Mérida, Venezuela. lisaydarojas@gmail.com, wleon@ula.ve

RECIBIDO: MARZO 08 DE 2019 / **ACEPTADO:** OCTUBRE 14 DE 2019

RESUMEN

Se realizó el estudio anatómico de la madera de 25 especies de la familia Malvaceae sensu APG que crecen en Venezuela, pertenecientes a cinco subfamilias: Bombacoideae (diez especies), Byttnerioideae (tres especies), Grewioideae (nueve especies), Malvoideae (una especie) y Sterculioideae (dos especies). Se preparó el material para estudio microscópico utilizando los procedimientos convencionales de microtcnia xilemática y se realizó la descripción de acuerdo a lo indicado por la Asociación Internacional de Anatomistas de Madera. Se elaboró una clave de identificación que permitió separar 15 especies (60% del material estudiado) mientras que el resto se ubican en grupos donde se incluyen varias especies del mismo género: un grupo con cuatro especies de *Apeiba*, otro con dos especies de *Sterculia*, uno con dos especies de *Luehea* y un grupo adicional donde se incluyen dos especies de Byttneroideae: *Herrania albiflora* y *Theobroma cacao*. Con respecto a las subfamilias, no es posible separarlas de acuerdo a la estructura anatómica de la madera, aún cuando se encontraron caracteres poco comunes como células tipo baldosa, cristales, sílice, parénquima no lignificado y estructura estratificada, pero no se presentan de manera constante dentro de todas las especies de una misma subfamilia y su ocurrencia se manifestó en especies de diferentes subfamilias.

PALABRAS CLAVE: Anatomía comparativa, Bombacoideae, Byttneroideae, Grewioideae, Malvoideae, Sterculiideae, taxonomía, xilema secundario.

ABSTRACT

Wood anatomy for 25 species of Malvaceae family sensu APG from Venezuela and belongs to five subfamilies is presented: Bombacoideae (ten species), Byttnerioideae (three species), Grewioideae (nine species), Malvoideae (one specie) and Sterculioideae (two species). Wood slides for microscopic description was prepared using standard procedures in xylematic microtechnique and description was made according International Assosiation for Wood Anatomists. An identification key is presented separating 15 species (60% of studied material). Ten species can´t be separated and are included in groups with species from a same genus: one group with four species of *Apeiba*, one group with two species of *Sterculia*, one group with two species of *Luehea* and one group with two species from Byttneroideae subfamily (*Herrania albiflora* and *Theobroma cacao*). In relation to subfamilies, it´s not possible its separation according wood anatomy.We found some important features for identification like sheath cells, tile cells, crystals, silica, unlignified parenchyma and storied structure but its distribution not include all species from a same subfamily and were observed in species from different subfamilies.

KEY WORDS: Comparative anatomy, Bombacoideae, Byttneroideae, Grewioideae, Malvoideae, Sterculiideae, taxonomy, secondary xylem.

INTRODUCCIÓN

La familia Malvaceae Juss., de acuerdo al sistema APG (2003, 2009, 2016), pertenece al orden Malvales e incluye 243 géneros y 4.225 especies de árboles, arbustos y representantes de porte herbáceo y cuya principal área de distribución corresponde a la región tropical (Stevens 2017). En sistemas de clasificación anteriores (Cronquist 1981; 1988, Dahlgren 1989, Takhtajan 1980, 1997), el orden Malvales incluía entre cinco (Cronquist 1988, 1981) y trece familias (Dahlgren 1989) pero el núcleo más importante lo representaban cuatro familias: Bombacaceae (aproximadamente 250 especies), Malvaceae (1.500 especies), Sterculiaceae (1.000 especies) y Tiliaceae (400 especies). Este núcleo estaba representado principalmente por plantas leñosas excepto en el caso de Malvaceae la cual tenía un amplio número de representantes de porte herbáceo (Mabberley 1990). De acuerdo a Hokche *et al.* (2008), en Venezuela, se tienen 62 géneros y 272 especies de Malvaceae. Es importante acotar que esa representatividad está en función de lo que reportan para las familias Bombacaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae. Algunas especies poseen un alto valor económico: *Gossypium* spp., *Theobroma cacao*, *Ochroma pyramidale*, *Pachira quinata*, entre otras (Alverson *et al.* 1998). En el sistema APG, las familias pertenecientes al orden Malvales como Bombacaceae, Sterculiaceae, Tiliaceae y Malvaceae *sensu stricto* fueron fusionadas para formar la Malvaceae *sensu APG* o *sensu lato*. Esto ha generado críticas y controversias y algunos taxónomos mantienen lo establecido por anteriores sistemas de clasificación donde las presentan como familias separadas (Laraño & Buot 2010). En el sistema APG, la Malvaceae se encuentra subdividida en nueve subfamilias (Taia 2009; Alves *et al.* 2011):

- A) BOMBACOIDEAE BURNET: incluye todas las especies que pertenecían a la familia Bombacaceae con la excepción de las que se encontraban ubicadas en las tribus Matisieae (incluidas en la subfamilia Malvoideae) y Durioneae (incluidas en la subfamilia Helicteroideae).
- B) BROWNLOWIOIDEAE BURRET: formada por los grupos taxonómicos que pertenecían a las tribus Berryeae y Brownlowieae de la familia Tiliaceae.
- C) BYTTNERIOIDEAE BURNETT: corresponde a las especies de las tribus Bytnereae, Hermannieae, Lasiopetaleae y Theobromeae de la familia Sterculiaceae.
- D) DOMBEYOIDEAE BEILSCHM: especies de la tribu Dombeyeae de la Sterculiaceae.
- E) GREWIOIDEAE HOCHR.: formada por las especies pertenecientes a la tribu Grewieae de la familia Tiliaceae.
- F) HELICTEROIDEAE (SCHOTT EX ENDL.) MEISN.: representada por la tribu Helictereae de Sterculiaceae y Durioneae de Bombacaceae.
- G) MALVOIDEAE BURNETT: incluye las especies que estaban ubicadas en la familia Malvaceae s.s. y las tribus Matisieae (Bombacaceae) y Fremontodendreae (Sterculiaceae).
- H) STERCULIOIDEAE BURNET: especies de la tribu Sterculieae (Sterculiaceae).
- I) TILIOIDEAE ARN.: especies de la tribu Tilieae de la familia Tiliaceae.

Desde el punto de vista de vista de anatomía de la madera, son pocos los estudios detallados de Malvaceae bajo su nueva concepción. Bayer & Kubitzki (2003) presentan una descripción general de la familia Malvaceae *sensu lato*; mientras que Said *et al.* (2013) estudiaron tres especies ubicadas en las subfamilias Bombacoideae y Malvoideae. También se debe mencionar el aporte de Nordahlia *et al.* (2016a) en un estudio

comparativo entre especies de *Bombax* y *Ceiba pentandra*. Para las familias y/o géneros que fueron incorporadas a la Malvaceae, se han realizado algunos estudios para lo que era Bombacaceae (Metcalfe & Chalk 1950, Paula 1976; Détienne *et al*. 1982; 1983, Miller 1981, Nordahlia *et al*. 2016b), Malvaceae (Metcalfe & Chalk 1950), Tiliaceae (Metcalfe & Chalk 1950, Den Outer & Schütz 1981; Détienne *et al*. 1982, Patel 1988, Welle & Détienne 1995) y Sterculiaceae (Chattaway 1937, Metcalfe & Chalk 1950, Détienne *et al*. 1982). Para la Malvaceae *sensu stricto* es muy poca la información disponible y destaca el trabajo sobre especies de *Hibiscus* orientado hacia aspectos ecoanatómicos (Walsh 1975). También se tienen descripciones para especies de Bombacaceae, Malvaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae en trabajos que incluyen una amplia variedad de grupos taxonómicos (Kribs 1968, Richter 1969, JUNAC 1981, Barajas & León 1989, Mainieri & Peres 1989, Nardi & Edlmann 1992, Barajas *et al*. 1997, Miller & Détienne 2001, Sonsi *et al*. 2014). En Venezuela se han realizado investigaciones de anatomía xilemática para lo que en otros sistemas de clasificación eran Bombacaceae (Angarita 1981) y Tiliaceae (Valverde 1994, Valverde & Rincón 2008). Con respecto a la Malvaceae *sensu stricto*, el único reporte es la descripción de *Uladendron codesurii* Marcano-Berti (Pinto 1978), además de los datos de elementos xilemáticos de conducción proporcionados por Lindorf (1994) para *Abutilon stenopetalum*. En algunas investigaciones donde se presentan descripciones de especies pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos se incluyen algunas de lo que eran las familias Bombacaceae, Sterculiaceae y Tiliaceae (Corothie 1967, Pérez 1973, 1993, León 2012, 2014, 2015a). Con respecto a estudios bajo la nueva concepción taxonómica, se tienen los reportes de Gámez (2013) para cuatro especies de la familia Malvaceae en la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela) y la información de anatomía comparativa de la madera en tallo principal y ramas para *Theobroma cacao* L. (León 2015).

El sistema APG, al igual que otros sistemas de clasificación, no toma en consideración aspectos relacionados con la anatomía vegetal. Bajo la denominación de Bombacaceae, Malvaceae *sensu stricto*, Sterculiaceae y Tiliaceae, se tiene información acerca de la anatomía de la madera; pero bajo esta nueva estructura taxonómica no se han realizado estudios que permitan conocer las similitudes y diferencias entre los grupos (subfamilias) que conforman la Malvaceae y es importante tener un conocimiento más profundo de estas nuevas categorías taxonómicas para una mejor comprensión de los avances en los sistemas de clasificación. Por esta razón, el objetivo del presente trabajo es realizar el estudio anatómico del xilema secundario de 25 especies de Malvaceae *sensu lato* que crecen en diferentes regiones geográficas de Venezuela y elaborar una clave de identificación para la separación de las mismas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material de estudio está representado por muestras de madera de 25 especies de Malvaceae recolectado en diferentes localidades geográficas de Venezuela, pertenecientes a la colección permanente de la xiloteca MERw de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes (CUADRO 1).

A cada muestra se le aplicó un proceso de ablandamiento en agua hirviendo (10 min-10 horas dependiendo de la dureza de la madera), para luego obtener secciones transversales, tangenciales y radiales de 25-30 µm de espesor

CUADRO 1. Especies a estudiar, clasificadas por subfamilias, muestra de xiloteca, herbario y procedencia.

Especie	Muestra xiloteca	N° muestra de herbario y/o colector	Procedencia (estado)
SUBFAMILIA BOMBACOIDEAE			
Catostemma commune Sandwith	X1788 X1818 X5594 X5595 X5596	319 Marcano B. 3841 Breteler V1201 Bo Hernández V1202Bo Hernández V1203Bo Hernández	El Palmar (Bolívar) Imat Imataca (Bolívar)
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	X1811 X3640 X6749	325 Marcano Berti P.E. 2 JohnParra	El Palmar (Bolívar) R. F. Ticoporo (Barinas) R.F. Caparo (Barinas)
Eryotheca globosa Schott & Endl.	X3575 X7079 X7084	75 Conejos * *	 R. F. Imataca (Bolívar) R. F. Imataca (Bolívar)
Gyranthera caribensis Pittier	X1050 X1085 X3614	416 Ruíz Terán 491 Ruíz Terán 4 FUDECO	Cerro Riecito (Falcón) Cerro Riecito (Falcón) Yaracuy
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb	X29 X3704 X2598 X6696 X6701	15082 Little P. E. 70 184 Bautista 54549 J. Parra 54548 J. Parra	Bolívar R. F. Ticoporo (Barinas) El Caimital (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas)
Pachira insignis (Sw.) Savign.	X3616 X6168	6 FUDECO 5125 Breteler	Yaracuy R.F. Guarapiche (Monagas)
Pachira minor (Sims) A. Hemsl.	X5239	76-981 Marcano Berti	Santa Elena de Uairén (Bolívar)
Pachira quinata (Jacq.) W. S.Alverson	X1177 X4518 X4520 X4521 X6689	361 Ruíz Terán 2 H. Gutiérrez 65 H. Gutiérrez 74 H. Gutiérrez 54550 J. Parra	Clarines (Anzoátegui) R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas)
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand	X6193	1743 Ruíz Terán	El Caimital (Barinas)
Quararibea guianensis Aubl.	X3621	11 FUDECO	Falcón
SUBFAMILIA BYTTNERIOIDEAE			
Guazuma ulmifolia Lam.	X4997 X6282 X6283 X6284 X6285	103 L. Valverde 53166 L. Gámez 53167 L. Gámez 53168 L. Gámez 53169 L. Gámez	Estanquez (Mérida) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas)
Herrania albiflora Goudot	X6104 X6106 X6713	53747 L. Gámez 53749 L. Gámez 54585 J. Parra	R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas)
Theobroma cacao L.	X6287 X6288 X6291 X6785 X6786	53175 L. Gámez 53171 L. Gámez 53174 L. Gámez O. Araque & R. Jaimez O. Araque & R. Jaimez	R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) El Vigía (Mérida) El Vigía (Mérida)
SUBFAMILIA GREWIOIDEAE			
Apeiba albiflora Ducke	x2583	402 Marcano Berti	Río Grande (Bolívar)
Apeiba membranacea Spruce ex Benth.	X5224	36-981 Marcano Berti	Bolívar
Apeiba schomburgkii Szyszyl	X1822	3867 Breteler	Entre Bolívar y Amacuro
Apeiba tiborbou Aubl.	X5569 X5570 X5571 X5572	1294 L. Valverde 1295 L. Valverde 1296 L. Valverde 1300 L. Valverde	Barinas Barinas Barinas Barinas

CUADRO 1. Continuación.

Especie	Muestra xiloteca	N° muestra de herbario y/o colector	Procedencia (estado)
SUBFAMILIA GREWIOIDEAE			
Goethalsia meiantha (Donn. Sm.) Burret	X5559 X5560 X5561 X5562 X6681	1280 L. Valverde 1281 L. Valverde 1286 L. Valverde 1287 L. Valverde 54546 L. Gámez	Barinas Barinas Barinas Barinas Barinas
Heliocarpus americanus L.	X2640 X6109	235 Bautista 52985 L. Rondón	El Caimital (Barinas) Monte Zerpa (Mérida)
Luehea cymulosa Spruce ex Benth.	X75 X3666 X6051	15049 Little P. E. 32 AU150 A. Uzátegui	Barinas R.F. Ticoporo (Barinas) R.F Caparo (Barinas)
Luehea seenmanii Triana & Planch.	X6691	54547 J. Parra	R. F. Caparo (Barinas)
Luehea speciosa Willd.	X83 X3217	1082 Bernardi 6923 Bernardi	Guasdualito (Apure) Yaracuy
SUBFAMILIA MALVOIDEAE			
Uladendron codesurii Marcano-Berti	X363 X3739	2565 Marcano Berti 11629 L. Williams	Bolívar Bolívar
SUBFAMILIA STERCULIOIDEAE			
Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst.	X5649 X5650 X5651 X6309 X6311 X6312	V09 01 Ba V09 02 Ba V09 03 Ba 53410 L. Gámez 53185 L. Gámez 53411 L. Gámez	R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Ticoporo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas) R. F. Caparo (Barinas)
Sterculia pruriens (Aubl.) K. Schum.	X2573 X5247 X7081 X7083	165 Marcano Berti 91-981 Marcano Berti L. Gámez, W. León, J. Parra, A. Márquez Idem	Río Grande (Bolívar) Bolívar R. F. Imataca (Bolívar) R. F. Imataca (Bolívar)

con un microtómo de deslizamiento. Dichas secciones fueron sometidas a un proceso de tinción con safranina (2-4 h), deshidratación en baños sucesivos de alcohol (50 %, 10 min; 70 %, 10 min; 75 %,10 min; 95 %, 1 h) y el respectivo aclaramiento con una mezcla alcohol-xilol (1:1; 30 min) y xilol (1-2 h). Posteriormente se hizo el montaje con resina sintética y el correspondiente rotulado. Se realizaron descripciones tanto a nivel macroscópico como microscópico. En el primer caso se siguió el modelo de descripción presentado por León (2002) mientras que en el segundo se utilizó la lista para identificación microscópica de maderas latifoliadas (IAWA Committee 1989). Para los caracteres cuantitativos (frecuencia y diámetro de poros, diámetro de punteaduras, frecuencia y altura de radios), se hicieron el número de mediciones sugeridas por IAWA Committee (1989) y se calculó la estadística descriptiva (mínimo, promedio, máximo, desviación estándar, coeficiente de variación) y se hizo un análisis de varianza y la respectiva prueba de medias (Tukey, α = 0,01) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre las especies estudiadas. En el análisis estadístico se utilizó el software SPSS 22.0 Statistics. Para la elaboración de la clave se hizo énfasis en el uso de caracteres cualitativos, especialmente los indicados por Wheeler & Baas (1994), como carac-

teres de valor en la identificación de maderas. El uso de caracteres cuantitativos sólo se tomó en consideración en aquellos casos donde no se encontró la posibilidad de separación de especies a través de caracteres cualitativos y la selección del tipo de carácter cuantitativo a utilizar se basó en los resultados del análisis estadístico, específicamente en aquellos caracteres donde la prueba de medias indicó la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las especies a separar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

En el CUADRO 2 se presentan las características organolépticas de las 25 especies estudiadas distribuidas por subfamilias.

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS

SUBFAMILIA BOMBACOIDEAE

Catostemma commune Sandw.

Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, de medianas a grandes. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima predominantemente en bandas de más de 3 células de ancho, ocasionalmente aliforme de ala corta, en series de 4-8 células, predominantemente 4 células. Parénquima no lignificado algunas veces presente y combinado con parénquima lignificado en la misma banda parenquimática. Radios heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 2-14 células de ancho. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos ocasionalmente presentes en células cuadradas de los radios y células parenquimáticas axiales, un cristal por célula.

Ceiba pentandra (L.) Gaertn.

Anillos de crecimiento indistintos o ausentes a definidos por reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes. Punteaduras radiovasculares con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, abundante, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 2-4 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 3-8 células de ancho, de dos tamaños. Células envolventes presentes formando envoltura parcial en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos ocasionalmente presentes en células cuadradas de los radios y en células parenquimáticas axiales, un cristal por célula.

Eriotheca globosa (Aubl.) A. Robyns

Anillos de crecimiento definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples hasta de 12 poros. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, medianas a grandes. Punteaduras radiovasculares distintas a las

CUADRO 2. Características organolépticas de 25 especies de Malvaceae distribuidas por subfamilias.

Especie	Color	Transición albura-duramen	Olor y sabor	Lustre	Textura	Grano	Peso y dureza
			SUBFAMILIA BOMBACOIDEAE				
Catostemma commune	Amarillo (10YR 7/6) a marrón amarillento claro (10YR 6/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Gruesa	Inclinado	Moderadamente dura y pesada
Ceiba pentandra	Amarillo (10YR 8/4) a marrón muy pálido (10YR 8/6)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Eryotheca globosa	Amarillo pálido (2.5Y 8/4) a marrón muy pálido (10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Mediana	Recto a inclinado	Moderadamente dura y pesada
Gyranthera caribensis	Marrón muy pálido (10YR 8/3, 10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo a mediano	Mediana	Recto a inclinado	Moderadamente dura y pesada
Ochroma pyramidale	Amarillo pálido (2.5Y 8/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Mediana	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Pachira insigni	Marrón muy pálido (10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Mediana	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Pachira minor	Marrón claro (7.5YR 6/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto a inclinado	Dura y pesada
Pachira quinata	Albura amarillo (10YR 8/6) y duramen rojo amarillento (5YR 5/8)	Abrupta	Indistintos	Mediano	Mediana	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Pseudobombax septenatum	Amarillo pálido (2.5Y 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Mediana	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Quararibea guianensis	Amarillo (10YR 8/6)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Mediana	Recto a inclinado	Moderadamente dura y pesada
			SUBFAMILIA BYTTNEROIDEAE				
Guazuma ulmifolia	Rosado (7.5YR 8/4; 5YR8/3)	Sin transición	Indistintos	Alto a mediano	Fina	Recto a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
Herrania albiflora	Blanco rosáceo (7.5YR 8/2) a marrón muy pálido (10YR 8/3)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Mediana	Recto a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
Theobroma cacao	Marrón muy pálido (10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Mediana	Inclinado a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
			SUBFAMILIA GREWIOIDEAE				
Apeiba albiflora	Marrón muy pálido (10YR 8/3)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Gruesa	Recto a entrecruzado	Blanda y liviana
Apeiba membranacea	Marrón muy pálido (10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo	Gruesa	Recto a entrecruzado	Blanda y liviana
Apeiba schomburgkii	Marrón muy pálido (10YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Mediana	Inclinado a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
Apeiba tibourbou	Amarillo pálido (2.5Y 8/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto	Blanda y liviana
Goethalsia meiantha	Marrón muy pálido (10YR 8/3)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto a inclinado	Blanda y liviana
Heliocarpus americanus	Blanco (10YR 8/2) a blanco rosáceo (7.5YR 8/2)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto a entrecruzado	Blanda y liviana
Luehea cymulosa	Rosado (7.5YR 7/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Fina	Recto a inclinado	Moderadamente dura y pesada
Luehea seemannii	Rosado (5YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo a mediano	Fina	Entrecruzado	Blanda y liviana
Luehea speciosa	Rosado (7.5YR 7/4)	Sin transición	Indistintos	Bajo a mediano	Fina	Inclinado a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
			SUBFAMILIA MALVOIDEAE				
Uladendron codesurii	Albura rosado (7.5YR 8/4) y duramen marrón rojizo claro (5YR 6/4)	Abrupta	Indistintos	Alto a mediano	Fina	Inclinado a entrecruzado	Dura y pesada
			SUBFAMILIA STERCULIOIDEAE				
Sterculia apetala	Albura marrón muy pálido (10YR 8/4) y duramen amarillo rojizo (7.5YR 7/6)	Abrupta	Indistintos	Bajo a mediano	Gruesa	Recto a entrecruzado	Moderadamente dura y pesada
Sterculia pruriens	Rosado (7.5YR 8/4)	Sin transición	Indistintos	Mediano	Mediana a gruesa	Recto a inclinado	Moderadamente dura y pesada

intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o angular; ocasionalmente similares a las intervasculares. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal vasicéntrico delgado; en series de 4-9 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 1-4 células de ancho. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos ocasionalmente presentes en células cuadradas y procumbentes de los radios y en células parenquimáticas axiales, un cristal por célula; algunas veces ausentes.

Gyranthera caribensis Pittier

Anillos de crecimientos indistintos o ligeramente definidos por engrosamiento en las paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y algunos múltiples radiales de 2-5. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a poligonales, medianas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas o aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 4-8 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 2-8 células de ancho. Células envolventes presentes formando envoltura parcial en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos abundantes en células cuadradas y procumbentes de los radios y en células parenquimáticas axiales, un cristal por célula.

Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.

Anillos de crecimiento indistintos o ausentes. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, medianas. Punteaduras radiovasculares con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes muy delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 2-4 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con células procumbentes, cuadradas y erectas mezcladas en el cuerpo del radio; 2-6 células de ancho.

Pachira insignis Sw., *P. minor* (Sims) Hemsl. (FIGURA 1A), *P. quinata* (Jacq.) W. S. Alverson (FIGURA 1B)

Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento de paredes de las fibras (*P. insignis*) hasta indistintos o ausentes (*P. minor*, *P. quinata*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4, ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más (*P. minor*), algunos arracimados (*P. insignis*). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales (*P. minor*, *P. quinata*), medianas a grandes (*P. minor*, *P. quinata*) o grandes (*P. insignis*). Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o alargada. Tílides presente. Fibras no septadas, septadas en *P. quinata*, paredes delgadas a medianas (*P. quinata*) hasta gruesas a muy gruesas (*P. insignis*, *P. minor*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal vasicéntrico delgado; en series de 2-6

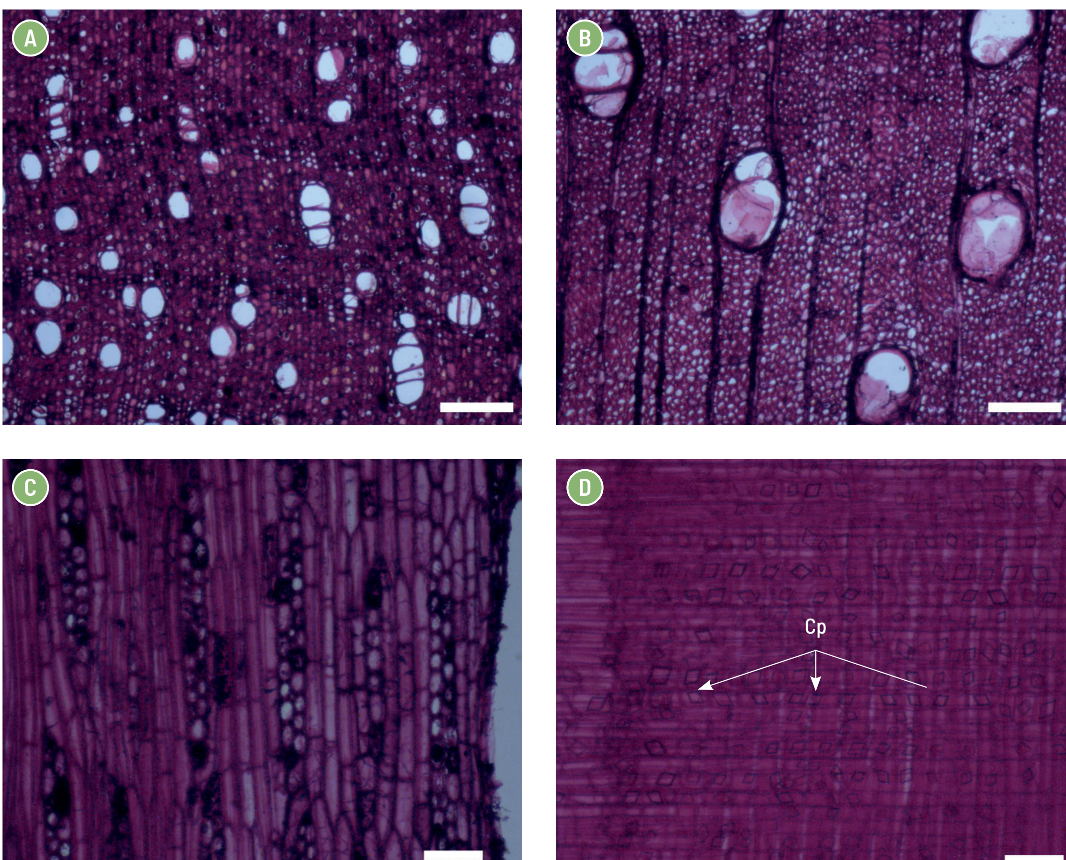
células (*P. quinata*) o 4-8 células. Radios homocelulares de células procumbentes (*P. quinata*) y /o heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales (*P. minor*, *P. quinata*) o más de 4 rutas de células marginales (*P. insignis*); 1-4 células de ancho (*P. minor*, *P. quinata*) o 2-8 células de ancho (*P. insignis*), ocasionalmente uniseriados, de dos tamaños (*P. quinata*). Células envolventes presentes formando envolturas parciales en el cuerpo del radio (*P. insignis*, *P. quinata*). Estructura estratificada en radios bajos (*P. quinata*) y en parénquima axial. Cristales prismáticos en células cuadradas y erectas de los radios (*P. quinata*) y/o en parénquima axial (*P. insignis*, *P. quinata*), escasos, un cristal por célula. Sílice en células parenquimáticas radiales y axiales (*P. insignis*).

Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand

(FIGURA 1C)

Anillos de crecimientos indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3. Platinas de perforación simples. Punteaduras

FIGURA 1. Subfamilia Bombacoideae. (A) *Pachira minor*. Poros pequeños, solitarios y múltiples radiales; fibras de paredes muy gruesas (Barra = 300 µm). (B) *P. quinata*. Poros grandes, solitarios y múltiples radiales; fibras de paredes medianas (Barra = 300 µm). (C) *Pseudobombax septenatum*. Parénquima axial estratificado; predominantemente en series de 4 células (Barra = 100 µm). (D) *Quararibea guianensis*. Cristales prismáticos (Cp) en células parenquimáticas radiales (Barra = 50 µm).



intervasculares alternas, circulares a ovaladas y poligonales, grandes. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, redondeadas o alargadas. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 4-8 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 1-5 rutas de células marginales; 2-3 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños. Estructura estratificada en radios bajos (localmente) y en parénquima axial.

Quararibea guianensis Aubl. (FIGURA 1D)
Anillos de crecimiento ligeramente definidos por reducción del diámetro de las fibras y radios nodulares. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, diminutas, ocasionalmente pequeñas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas o aparentemente simples, redondeadas o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 2-4 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 2-4 rutas de células marginales; 2-7 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Células envolventes formando envolturas parciales en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos en células cuadradas, erectas y procumbentes de los radios, abundantes, un cristal por célula. Sílice abundante en células parenquimáticas axiales, ocasionalmente en células radiales.

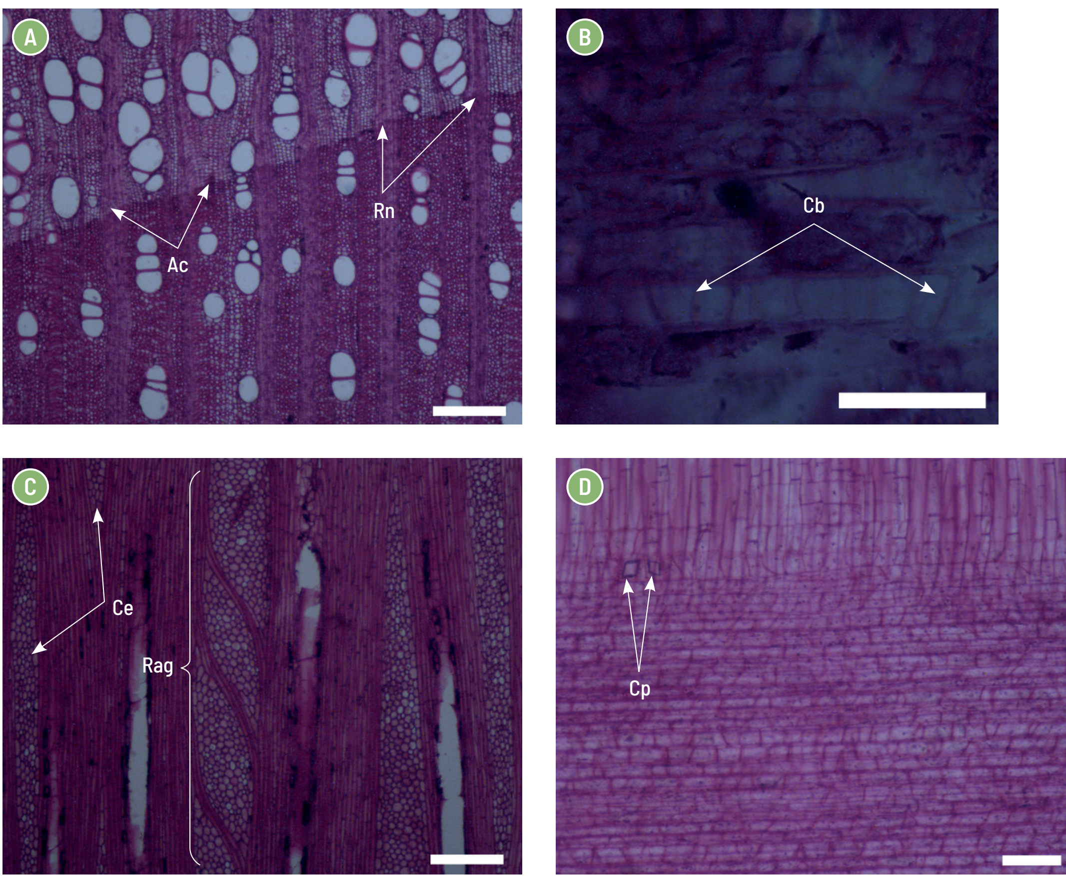
SUBFAMILIA BYTTNEROIDEAE

Guazuma ulmifolia Lam. (FIGURA 2A, 2B)
Anillos de crecimiento indistintos a definidos por engrosamiento de paredes de las fibras y radios nodulares. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radiales de 2-4, arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, diminutas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, redondeadas. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado, ocasionalmente bandas marginales; en series de 3-9 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 1-3 rutas de células marginales; 2-9 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envolturas parciales en algunos radios. Células tipo baldosas presentes. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos abundantes en células cuadradas y/o erectas y en células procumbentes de los radios y células parenquimáticas axiales formando series cristalíferas, un cristal por célula o cámara.

Herrania albiflora Goudot (FIGURA 2C)
Anillos de crecimiento definidos por radios nodulares y reducción del diámetro radial de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios, múltiples radia-

les de 2-3, arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areolas reducidas a aparentemente simples, redondeadas o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 3-7 células, generalmente de 4 células. Radios homocelulares de células cuadradas y/o erectas, heterocelulares con más de 4 rutas de células marginales; 2-13 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños presentes. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envolturas parciales en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial. Cristales prismáticos presentes en células cuadradas y/o erectas y en las células parenquimáticas axiales, un cristal por célula.

FIGURA 2. Subfamilia Byttneroideae. (A) *Guazuma ulmifolia*. Anillos de crecimiento (Ac) definidos; poros solitarios, múltiples radiales y arracimados; radios nodulares (Rn) (Barra = 300 µm). (B) *G.ulmifolia*. Células tipo baldosa (Cb) (Barra = 50 µm). (C) *Herrania albiflora*. Radios agregados (Rag); céluals envolventes (Ce) (Barra = 300 µm). (D) *Theobroma cacao*. Radio heterocelular; cristales prismáticos (Cp) en células parenquimáticas radiales (Barra = 100 µm).



Theobroma cacao L. (FIGURA 2D)
Anillos de crecimiento definidos por radios nodulares e incremento en grosor de paredes de las fibras. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares, con areola reducida o aparentemente simples, redondeadas o alargadas. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 2-6 células, generalmente 4 células. Radios homocelulares de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares con más de 4 rutas de células marginales; 2-19 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños presente. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envolturas parciales en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial y, en algunas zonas en radios bajos. Cristales prismáticos presentes en células cuadradas y/o erectas de los radios y en células parenquimáticas axiales, un cristal por célula.

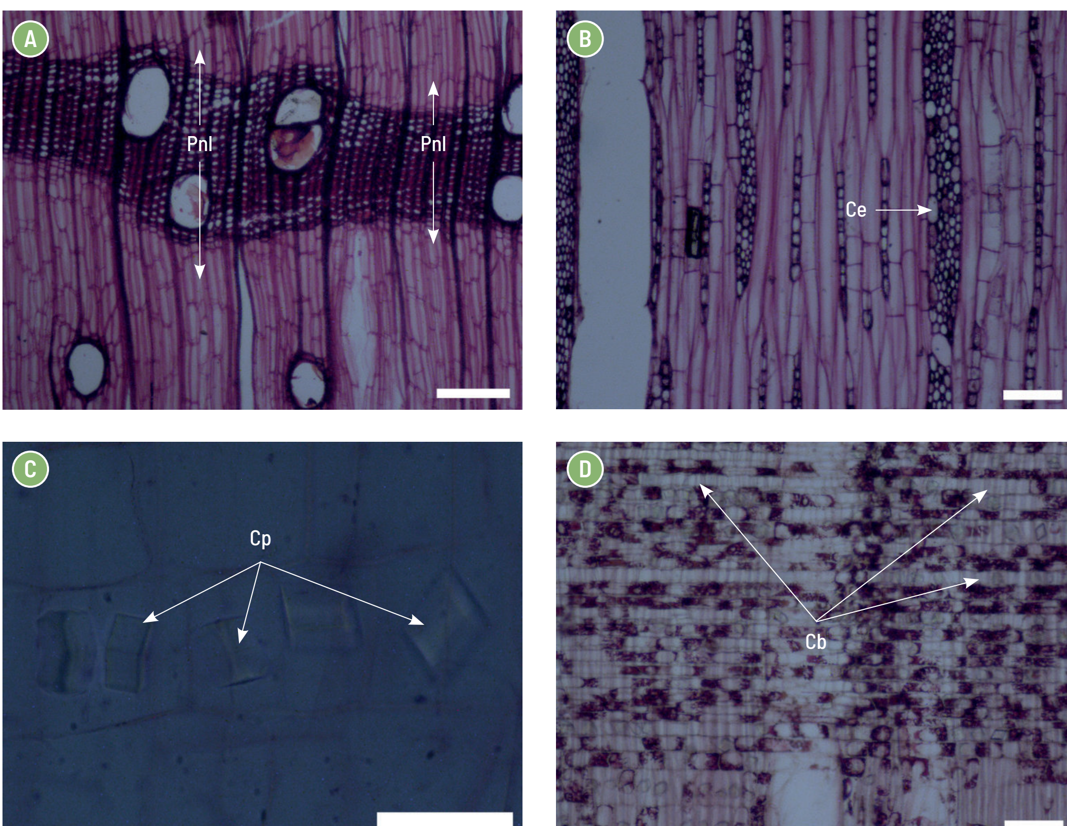
SUBFAMILIA GREWIOIDEAE

Apeiba albiflora Ducke (FIGURA 3A), *A. membranacea* Spruce ex Benth., *A. schomburgkii* Szyszyl, *A. tibourbou* Aubl.
Anillos de crecimiento indistintos (*A. albiflora*) a ligeramente definidos por radios nodulares y engrosamiento de paredes de las fibras (*A. membranacea*, *A. schomburgkii*, *A. tibourbou*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3; ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más en *A. membranácea* o arracimados (*A. Tibourbou*). Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas, ocasionalmente medianas (*A. tibourbou*). Punteaduras radiovasculares con bordes distintos y similares a las intervasculares (*A. albiflora*, *A. membranacea*) o con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o angular (*A. schomburgkii*). Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas (*A. albiflora*) o delgadas a gruesas (*A. membranacea*, *A. schomburgkii*), punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso en agregados, paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado; en series de 4-8 (*A. membranacea*) o 5-10 células (*A. albiflora*, *A. schomburgkii*). Parénquima no lingnificado en forma de bandas anchas. Radios homocelulares de células cuadradas (*Apeiba tibourbou*) y heterocelulares con más de 2 rutas de células marginales; 2-5 células de ancho, hasta 10 células de ancho en *A. tibourbou*, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envolturas parciales en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en radios bajos y parénquima axial; algunas veces en las fibras (*A. schomburgkii*). Cristales prismáticos en células cuadradas y/o erectas y procumbentes de los radios (*A. albiflora*, *A. Membranacea*, *A. schomburgkii, A. tibourbou*), en células parenquimáticas axiales (*A. membranácea, A. tibourbou*) y en células de parénquima no lignificado (*A. membranacea*, *A. Schomburgkii*), un cristal por célula.

Goethalsia meiantha (Donn. Sm.) Burret (FIGURA 3B)
Anillos de crecimiento definidos por engrosamiento en las paredes de las fibras y radios nodulares. Porosidad difusa. Poros sin patrón

definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-4 (-6), arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 4-8 células. Radios heterocelulares de 2 a 8 rutas de células marginales; 2-9 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños presente. Radios agregados presentes. Células envolventes formando envoltura parcial en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial, fibras y, en algunas zonas, en radios bajos. Cristales prismáticos abundantes en células cuadradas y/o erectas y en células procumbentes de los radios, en parénquima axial. Cristales fusiformes e isodiamétricos en parénquima axial y en células radiales, un cristal por célula.

FIGURA 3. Subfamilia Grewioideae. (A) *Apeiba albiflora*. Poros solitarios y múltiples radiales cortos, con tílides; parénquima no lignificado (Pnl) (Barra = 300 µm). (B) *Goethalsia meiantha*. Radios de dos tamaños; estructura estratificada en parénquima axial, radios y fibras; células envolventes (Ce); parénquima predominantemente en series de 4 células (Barra = 100 µm). (C) *Heliocarpus americanus*. Cristales prismáticos (Cp) en células parenquimáticas radiales (Barra = 50 µm). (D) *Luehea speciosa*. Células tipo baldosa (Cb) (Barra = 100 µm).



Heliocarpus americanus L. (FIGURA 3C)
Anillos de crecimiento indistinto. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales largos y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, medianas a grandes. Punteaduras radiovasculares con areolas reducidas a aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 3-5 células, generalmente 4 células. Parénquima no lignificado presente. Radios heterocelulares de 3-6 rutas de células marginales; 2-7 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños presentes. Radios agregados presentes. Células envolventes formando envoltura parcial en el cuerpo del radio. Estructura estratificada en parénquima axial y, en algunas zomas, en radios bajos. Cristales prismáticos abundantes en células procumbente y cuadradas o erectas de los radios, en parénquima axial y en parénquima no lignificado, un cristal por célula, ocasionalmente más de un cristal por célula.

Luehea cymulosa Spruce ex Benth, *L. seemannii* Triana & Planch, *L. speciosa* Willd. (FIGURA 3D)
Anillos de crecimiento ligeramente definidos por engrosamientos en las paredes de las fibras, en algunos casos combinado con radios ligeramente nodulares (*L. seemannii*). Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales (*L. seemannii*, *L. speciosa*), pequeñas a medianas. Punteaduras radiovasculares con areolas reducida o aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes delgadas a gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado; en series de 3-7 células, generalmente 4 células. Radios homocelulares de células procumbentes, homocelulares de células cuadradas y/o erectas y heterocelulares de 2-8 rutas de células marginales; 2-4 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Radios de dos tamaños presentes (*L. cymulosa*, *L. speciosa*). Radios agregados presentes. Células envolventes presentes formando envoltura parcial en el cuerpo del radio (*L. cymulosa*, *L. seemannii*). Células tipo baldosas presentes. Estructura estratificada en radios bajos, parénquima axial y ocasionalmente en fibras (*L. cymulosa*). Cristales prismáticos abundantes en células cuadradas y/o erectas, en células procumbentes (*L. cymulosa*, *L. seemannii*) y en células parenquimáticas axiales (*L. cymulosa*, *L. speciosa*), 1 a 3 cristales por célula.

SUBFAMILIA MALVOIDEAE

Uladendron codesurii Marc.-Berti (FIGURA 4)
Anillos de crecimiento indistintos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales largos y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, diminutas a pequeñas. Punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares. Depósitos gomosos presentes. Fibras no septadas, paredes muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, aliforme de ala ancha, confluente,

unilateral, predominantemente en bandas de más de 3 células de ancho; en series de 4-6 células, predominantemente 4 células. Radios heterocelulares con 1-2 rutas de células marginales; 2-3 células de ancho, ocasionalmente uniseriados. Estructura estratificada en radios, parénquima axial y fibras, ocasionalmente en elementos vasculares. Cristales prismáticos abundantes en células cuadradas y erectas de los radios, un cristal por célula.

SUBFAMILIA STERCULIOIDEAE

Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst. (FIGURA 5A, 5B), *S. pruriens* (Aubl.) K. Schum. (FIGURA 5C, 5D)

Anillos de crecimiento no definidos a ligeramente definidos. Porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales de 2-3, ocasionalmente múltiples radiales de 4 o más y arracimados. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, ocasionalmente poligonales, medianas. Punteaduras radiovasculares con areolas reducidas o

FIGURA 4. Subfamilia Malvoideae. *Uladendron codesurii*. (A) Poros solitarios y múltiples radiales cortos; parénquima aliforme de ala corta, confluente, unilateral, predominantemente en bandas (Barra = 300 µm). (B) Estructura estratificada en parénquima axial, radios y fibras (Barra = 300 µm). (C) *Radios heterocelulares* (Barra = 300 µm). (D) Cristales prismáticos (Cp) en células cuadradas o erectas de los radios (Barra = 50 µm).

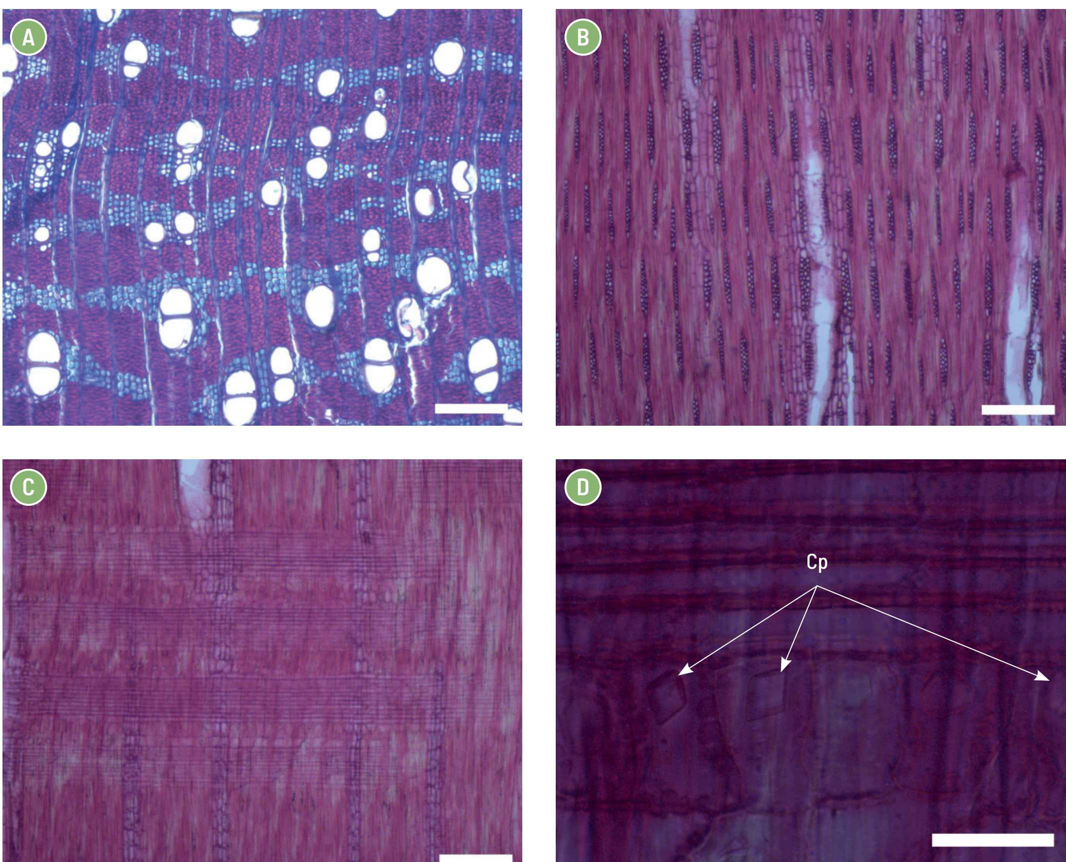
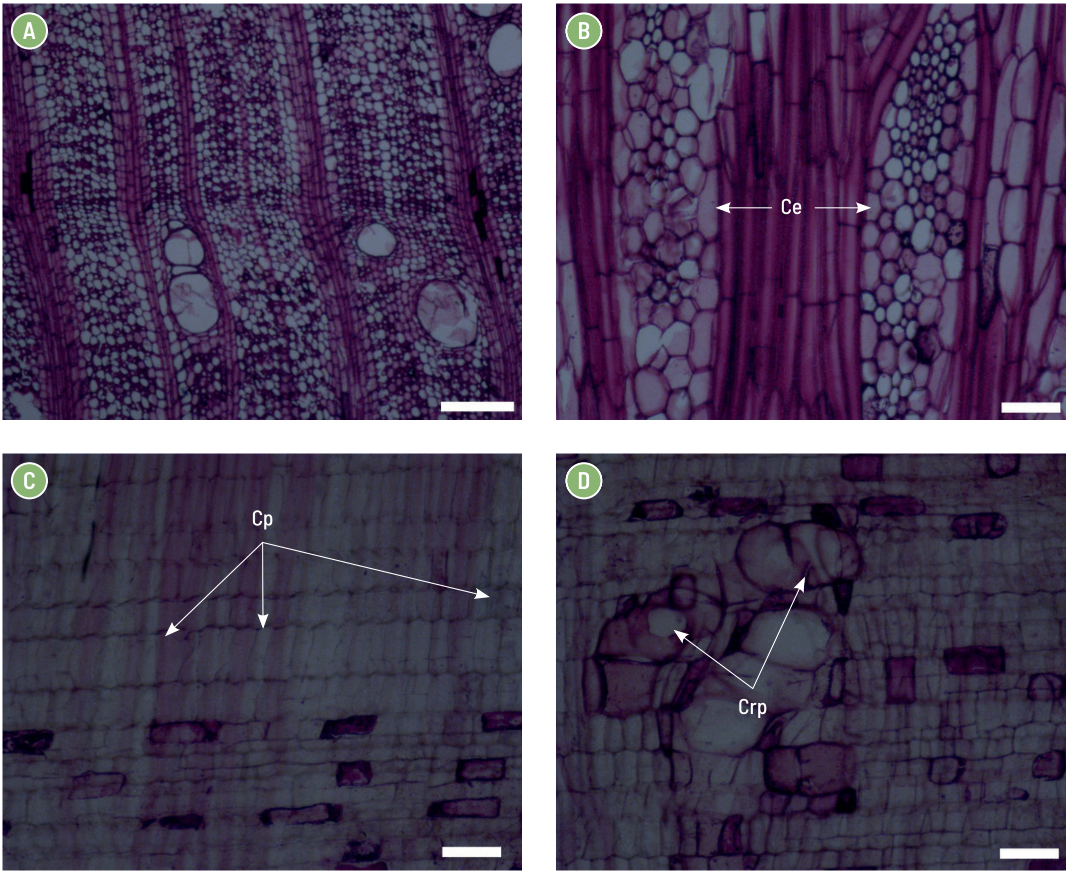


FIGURA 5. Subfamilia Sterculioideae. (A) *Sterculia apetala*. Poros con tílides; parénquima predominantemente apotraqueal difuso en agregados (Barra = 300 µm). (B) *S. apetala*. Células envolventes (Ce); parénquima y fibras estratificadas (Barra = 100 µm). (C) *S. pruriens*. Radio heterocelular (Barra = 100 µm). (D) *Luehea speciosa*. Células radiales perforadas (Crp) (Barra = 100 µm).



aparentemente simples, de forma redondeada o angular. Tílides presente. Fibras no septadas, paredes gruesas a muy gruesas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico, ocasionalmente aliforme de ala fina y confluente, bandas de 3 o más células de ancho en *S. pruriens*; en series de 2-4 células (*S. apetala*) o 3-6 células (*S. pruriens*), generalmente 4 células. Radios heterocelulares con más de 4 rutas de células marginales; 2-20 células de ancho. Radios agregados presentes. Células envolventes presentes. Células radiales perforadas algunas veces presentes en *S. pruriens*. Estructura estratificada en parénquima axial y fibras. Cristales prismáticos presentes en células cuadradas y/o erectas, en células procumbentes de los radios y en parénquima axial, un cristal por célula.

En los CUADROS 3-4 se presentan los valores de características de vasos (frecuencia de poros, diámetro de poros, diámetro de punteaduras intervasculares) y radios (frecuencia de radios, altura de radios) con la respectiva prueba de diferencia de medias.

CUADRO 3. Estadística básica (mínimo, promedio, desviación, número de mediciones, coeficiente de variación) y prueba de Tukey (α = 0,01) para frecuencia de poros, diámetro de poros y diámetro de punteaduras en 25 especies de Malvaceae.

Especie	Poros/mm²	Diámetro de poros (µm)	Diámetro de punteaduras (µm)
	SUBFAMILIA BOMBACOIDEAE		
Catostemma commune Sandwith	(1,15) 3,63a ± 1,272 (5,77) n = 25; CV = 35,04 %	(120) 185, 6h,i.j ± 31,138 (275) n = 125; CV = 16,78 %	(5) 9,085d,e,f ± 1,52 (12,5) n = 40; CV = 16,73 %
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	(0,38) 3,18a ± 2,09 (8,08) n = 15; CV = 65,72 %	(150) 253,87m ± 62,55 (400) N = 71; CV = 24,64 %	(10) 13,917j ± 2,244 (20) n = 30; CV = 16,13 %
Eryotheca globosa Schott & Endl.	(1,15) 3,23a ± 1,275 (5,77) n = 15; CV = 39,47 %	(120) 223,24k,l ± 53,943 (360) n =74; CV = 24,16 %	(10) 11,583h,i ± 1,39 (15) n = 30; CV = 12 %
Gyranthera caribensis Pittier	(0,77) 2,16a ± 1,077 (3,46) n = 10; CV = 49,86 %	(120) 180,4h,i ± 33,92 (260) n =50; CV = 18,80 %	(7,50) 8,750d,e ± 1,282 (10) n = 20; CV = 14,65 %
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	(0,38) 2,444a ± 1,789 (6,15) n = 25; CV = 73,19 %	(90) 171,01g,h,i ± 29,288 (240) n =108; CV = 17,12 %	(7,50) 9,563d,e,f,g ± 1,079 (12,50) n = 40; CV = 11,28 %
Pachira insignis (Sw.) Savign.	(0,38) 5,46a,b,c ± 5,751 (17,31) n = 15; CV = 105,33 %	(90) 190,4i,j ± 64,858 (330) n =75; CV = 34,06 %	(7,50) 11,167g,h,i ± 1,94 (15) n = 30; CV = 17,38 %
Pachira minor (Sims) A. Hemsl.	(7,69) 12,77b,c,d,e ± 3,66 (17,31) n = 5; CV = 28,66 %	(90) 113,6a,b,c ± 12,87 (140) n =25; CV = 11,33 %	(7,50) 10,75f,g,h,i ± 2,648 (15) n = 10; CV = 24,63 %
Pachira quinata (Jacq.) W. S.Alverson	(0,77) 2,09a ± 0,746 (3,85) n = 25; CV = 35,69 %	(130) 249,4l,m ± 50,563 (400) n =125; CV = 20,27 %	(7,50) 12,075h,i,j ± 1,832 (15) n = 50; CV = 15,17 %
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand	(3,08) 4,77a,b ± 1,479 (6,54) n = 5; CV = 31 %	(170) 211,2j,k ± 30,04 (320) n =25; CV = 14,22 %	(10) 12,5i,j ± 1,178 (15) n = 10; CV = 9,42 %
Quararibea guianensis Aubl.	(10,38) 16,718d,e ± 8,878 (40,77) n = 15; CV = 53,10 %	(80) 106,8a,b ± 10,67 (130) n =75; CV = 9,99 %	(2,50) 2,75a ± 0,605 (5) n = 30; CV = 22 %
	SUBFAMILIA BYTTNERIOIDEAE		
Guazuma ulmifolia Lam.	(10,00) 20,369e ± 13,227 (62,69) n = 25; CV = 64,93 %	(80) 117,8a,b,c,d ± 15,67 (150) n =125; CV = 13,30 %	(2,50) 3,675a,b ± 0,991 (5) n = 50; CV = 26,96 %
Herrania albiflora Goudot	(11,54) 16,872d,e ± 4,562 (26,54) n = 15; CV = 27,03 %	(60) 89,2a ± 15,74 (130) n =75; CV = 17,64 %	(5) 6c ± 1,246 (7,50) n = 30; CV = 20,76 %
Theobroma cacao L.	(4,23) 8,392a,b,c,d ± 3,77 (19,11) n = 25; CV = 44,92 %	(70) 105,16a,b ± 18,48 (150) n =125; CV = 17,57 %	(5) 8,35d ± 1,645 (12,50) n = 50; CV = 19,70 %
	SUBFAMILIA GREWIOIDEAE		
Apeiba albiflora Ducke	(1,92) 3a ± 0,742 (3,85) n = 5; CV = 24,73 %	(120) 157,2f,g,h ± 21,7 (200) n =25; CV = 13,80 %	(5) 6,25c ± 1,178 (7,50) n = 10; CV = 18,85 %
Apeiba membranacea Spruce ex Benth.	(3,08) 5,232a,b,c ± 1,97 (8,08) n = 5; CV = 37,65 %	(100) 127,2b,c,d,e ± 15,68 (150) n =25; CV = 12,32 %	(5) 6c ± 1,149 (7,50) n = 10; CV = 19,15 %
Apeiba schomburgkii Szyszyl	(2,31) 4,384a,b ± 1,232 (5,38) n = 5; CV = 28,10 %	(110) 158,8f,g,h ± 30,04 (220) n =25; CV = 18,91 %	(5) 5b,c ± 0,00 (5) n = 10; CV = 0 %
Apeiba tiborbou Aubl.	(3,08) 5,1a,b,c ± 2,186 (11,15) n = 25; CV = 42,86 %	(100) 149,33e,f,g ± 18,4 (200) n =75; CV = 12,32 %	(5) 6,292c ± 1,373 (10) n = 30; CV = 21,82 %
Goethalsia meiantha (Donn. Sm.) Burret	(2,31) 4,635a,b ± 2,346 (11,54) n = 20; CV = 50,61 %	(100) 125,45b,c,d,e ± 14,13 (160) n =100; CV = 11,26 %	(5) 6,151c ± 1,176 (7,50) n = 38; CV = 19,12 %
Heliocarpus americanus L.	(2,69) 6,03a,b,c ± 2,88 (10,77) n = 15; CV = 47,76 %	(90) 143,73d,e,f,g ± 21,42 (200) n =75; CV = 14,90 %	(7,50) 10,25e,f,g,h ± 1,518 (12,50) n = 30; CV = 14,81 %
Luehea cymulosa Spruce ex Benth.	(3,08) 7a,b,c ± 2,19 (11,15) n = 15; CV = 31,28 %	(110) 149,2e,f,g ± 24,2 (210) n =75; CV = 16,22 %	(5) 5,833c ± 1,198 (7,50) n = 30; CV = 20,54 %
Luehea seenmanii Triana & Planch.	(4,62) 5,69a,b,c ± 1,03 (6,92) n = 5; CV = 18,10 %	(110) 136,4c,d,e,f ± 21,77 (180) n =25; CV = 15,96 %	(7,50) 8,25d ± 1,207 (10) n = 10; CV = 14,63 %
Luehea speciosa Willd.	(6,92) 13,654c,d,e ± 6,71 (25,77) n = 10; CV = 49,14 %	(100) 119,8b,c.d ± 14,21 (170) n =50; CV = 11,86 %	(5) 6,25c ± 1,282 (7,50) n = 20; CV = 20,51 %
	SUBFAMILIA MALVOIDEAE		
Uladendron codesurii Marcano-Berti	(8,08) 10,38a,b,c,d ± 2,1 (13,08) n = 5; CV = 20,23 %	(100) 128b,c,d,e ± 14,433 (160) n =25; CV = 11,27 %	(5) 5b,c ± 0,00 (5) n = 10; CV = 0 %
	SUBFAMILIA STERCULIOIDEAE		
Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst.	(1,15) 3,88a ± 1,438 (7,31) n = 25; CV = 37,06 %	(160) 253,4m ± 43 (405) n =125; CV = 16,97 %	(6,25) 8,450d,e ± 1,441 (11,25) n = 50; CV = 17,05 %
Sterculia pruriens (Aubl.) K. Schum.	(0,77) 2,95a ± 1,125 (5,38) n = 25; CV = 38,13 %	(140) 226,72k,l,m ± 49,15 (380) n =125; CV = 21,68 %	(5) 8,650d,e ± 1,402 (11,25) n = 50; CV = 16,21 %

CUADRO 4. Estadística básica (mínimo, promedio, desviación, mediciones, coeficiente variación), prueba de Tukey (α = 0,01) de frecuencia y altura de radios en 25 especies de Malvaceae.

Especie	Radios/mm	Altura de radios (µm)
SUBFAMILIA BOMBACOIDEAE		
Catostemma commune Sandwith	(2) 3,02a,b,c ± 0,553 (4) n = 50; CV = 18,31 %	(400) 1686,60h,i,j,k ± 717,414 (4400) n = 125; CV = 42,53 %
Ceiba pentandra (L.) Gaertn.	(2) 3,05a,b,c ± 0,648 (4) n = 30; CV = 21,24 %	(470) 1399,516e,f,g,h,i,j ± 580,446 (3170) n = 62; CV = 41,47 %
Eryotheca globosa Schott & Endl.	(3) 5,433d,e,f ± 1,194 (8) n = 30; CV = 21,97 %	(430) 1368,666d,e,f,g,h,i ± 640,507 (3480) n = 75; CV = 46,79 %
Gyranthera caribensis Pittier	(2) 2,95a,b ± 0,825 (4) n = 20; CV = 27,96 %	(500) 1514,40f,g,h,i,j ± 531,272 (2930) n = 50; CV = 35,08 %
Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb.	(1) 2,94a,b ± 0,818 (5) n = 50; CV = 27,82 %	(835) 1868,102i,j,k,l ± 720,206 (4550) n = 108; CV = 38,55 %
Pachira insignis (Sw.) Savign.	(2) 3,766a,b,c,d ± 1,356 (7) n = 30; CV = 36 %	(108) 1162,24b,c,d,e,f,g,h ± 847,619 (6130) n = 75; CV = 72,94 %
Pachira minor (Sims) A. Hemsl.	(3) 5,10d,e,f ± 1,10 (7) n = 10; CV = 21,57 %	(290) 774,40a,b,c ± 453,616 (2170) n = 25; CV = 58,57 %
Pachira quinata (Jacq.) W. S.Alverson	(2) 4,48b,c,d ± 1,403 (8) n = 50; CV = 31,31 %	(360) 1042,84b,c,d,e,f ± 690,381 (6880) n = 125; CV = 66,20 %
Pseudobombax septenatum (Jacq.) Dugand	(2) 5c,d,e,f ± 1,414 (7) n = 10; CV = 28,28 %	(390) 847,20a,b,c,d ± 347,089 (1570) n = 25; CV = 40,97 %
Quararibea guianensis Aubl.	(3) 4,566b,c,d,e ± 1,104 (7) n = 30; CV = 24,18 %	(530) 1889,747i,j,k,l ± 977,051 (5550) n = 75; CV = 51,70 %
SUBFAMILIA BYTTNERIOIDEAE		
Guazuma ulmifolia Lam.	(3) 5,69d,e,f,g ± 1,467 (10) n = 50; CV = 25,78 %	(150) 719,32a,b,c ± 352,512 (1610) n = 125; CV = 49 %
Herrania albiflora Goudot	(1) 2,233a ± 0,897 (5) n = 30; CV = 40,17 %	(550) 2200,143k,l ± 938,988 (5820) n = 70; CV = 42,68 %
Theobroma cacao L.	(1) 4,78b,c,d,e,f ± 1,855 (9) n = 50; CV = 38,80 %	(640) 1933,68j,k,l ± 909,717 (4630) n = 125; CV = 47,04 %
SUBFAMILIA GREWIOIDEAE		
Apeiba albiflora Ducke	(4) 7,70h,i ± 2,312 (11) n = 10; CV = 30,02 %	(520) 882b,c,d,e ± 240,815 (1670) n = 25; CV = 27,30 %
Apeiba membranacea Spruce ex Benth.	(3) 5,50d,e,f ± 1,354 (7) n = 10; CV = 24,62 %	(350) 690,40a,b ± 231,741 (1150) n = 25; CV = 33,56%
Apeiba schomburgkii Szyszyl	(3) 7,60g,h,i ± 2,119 (10) n = 10; CV = 27,88 %	(470) 780,40a,b,c ± 190,098 (1110) n = 25; CV = 24,36 %
Apeiba tiborbou Aubl.	(3) 6,70f,g,h ± 1,932 (12) n = 30; CV = 28,83 %	(640) 1063,60b,c,d,e,f,g ± 367,701 (2950) n = 75; CV = 34,57 %
Goethalsia meiantha (Donn. Sm.) Burret	(5) 9,325i,j ± 2,188 (15) n = 40; CV = 23,46 %	(330) 1011,95,b,c,d,e,f ± 432,862 (2520) n = 100; CV = 42,77 %
Heliocarpus americanus L.	(3) 6,566e,f,g,h ± 1,924 (10) n = 30; CV = 29,30 %	(430) 1236,80c,d,e,f,g,h ± 876,673 (4520) n = 75; CV = 70,88 %
Luehea cymulosa Spruce ex Benth.	(3) 10,73j,k ± 3,619 (16) n = 30; CV = 33,72 %	(410) 761,066a,b,c ± 186,53 (1300) n = 75; CV = 24,51 %
Luehea seenmanii Triana & Planch.	(8) 10,80j,k ± 1,229 (12) n = 10; CV = 11,38 %	(590) 732,80a,b,c ± 89,56 (950) n = 25; CV = 12,22 %
Luehea speciosa Willd.	(8) 11,80k ± 2,783 (16) n = 20; CV = 23,58 %	(400) 832,40a,b,c,d ± 411,867 (2000) n = 50; CV = 49,48 %
SUBFAMILIA MALVOIDEAE		
Uladendron codesurii Marcano-Berti	(9) 9,30i,j ± 0,483 (10) n = 10; CV = 5,19 %	(300) 325,60a ± 60,969 (610) n = 25; CV = 18,72 %
SUBFAMILIA STERCULIOIDEAE		
Sterculia apetala (Jacq.) H. Karst.	(1,50) 2,26a ± 0,487 (3) n = 50; CV = 21,55 %	(610) 1598,168g,h,i,j ± 551,959 (3350) n = 101; CV = 34,53 %
Sterculia pruriens (Aubl.) K. Schum.	(1) 2,26a ± 0,716 (4) n = 50; CV = 31,68 %	(400) 2290,431l ± 876,278 (5610) n = 116; CV = 38,26 %

CLAVE DE IDENTIFICACIÓN

1 a.Radios de dos tamaños presentes 2
b.Radios de dos tamaños ausentes 9
2 a.Parénquma no lignificado presente 3
b.Parénquima no lignificado ausente 4
3 a.Anillos de crecimiento definidos .. *Apeiba* spp.
b.Anillos de crecimiento no definidos .... *Heliocarpus americanus*
4 a.Fibras septadas .... *Pachira quinata*
b.Fibras no septadas 5
5 a.Cristales prismáticos presentes 6
b.Cristales ausentes .. *Pseudobombax septenatum*
6 a.Radios con más de diez células de ancho presentes .... *Herrania albiflora, Theobroma cacao*
b.Radios con más de diez células de ancho ausentes 7
7 a.Células tipo baldosa presentes .... *Luehea cymulosa, L. speciosa*
b.Células tipo baldosa ausentes 8
8 a.Punteaduras intervasculares pequeñas a medianas, con diámetro inferior a 7,5 µm; radios agregados presentes .... *Goethalsia meiantha*
b.Punteaduras intervasculares grandes, con diámetro superior a 10 µm; radios agregados ausentes .... *Ceiba pentandra*
9 a.Células envolventes presentes 10
b.Células envolventes ausentes 15
10a.Células tipo baldosa presentes 11
b.Células tipo baldosa ausentes 12
11a.Punteaduras intervasculares diminutas a pequeñas, con diámetro menor de 5 µm; frecuencia de poros mayor de 10 por mm² .... *Guazuma ulmifolia*
b.Punteaduras intervasculares medianas, con diámetro mayor de 7,5 µm; frecuencia de poros menor de 10 por mm² .... *Luehea seemannii*
12a.Sílice presente en células parenquimáticas radiales y/o axiales 13
b.Sílice ausente 14
13a.Menos de 10 poros/mm²; punteaduras intervasculares grandes, con diámetro mayor de 10 µm .... *Pachira insignis*
b.Más de 10 poros/mm²; punteaduras intervasculares diminutas a pequeñas, con diámetro menor de 5 µm .... *Quararibea guianensis*
14a.Fibras no estratificadas; radios con menos de 10 células de ancho .... *Gyranthera caribensis*
b.Fibras estratificadas; radios con más de 10 células de ancho .... *Sterculia apetala, S. pruriens*
15a.Parénquima en bandas con más de tres células de ancho presente 16
b. Parénquima en bandas con más de tres células de ancho ausente 17
16a.Radios con más de 10 células de ancho presentes, mayores de 1 mm de altura; punteaduras radiovasculares distintas a las intervasculares; estratificación de parénquima axial .... *Catostemma commune*
b. Radios hasta de 3 células de ancho, menores de 1 mm de altura; punteaduras radiovasculares similares a las intervasculares; estratificación de parénquima axial, radios y fibras .... *Uladendron codesurii*
17a.Fibras de paredes muy gruesas 18
b.Fibras desde paredes muy delgadas .... *Ochroma pyramidale*
18a.Cristales prismáticos en células de parénquima axial y radial; radios mayores de 1 mm de altura .... *Eriotheca globosa*
b. Cristales ausentes; radios menores de 1 mm de altura .... *Pachira minor*

Para las 25 especies estudiadas de Malvaceae, desde el punto de vista anatómico, se encontraron las siguientes características generales:

A) CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS: la transición entre albura y duramen es abrupta en algunas especies de Bombacoideae y Sterculioideae mientras que en Byttneroideae, Grewioideae, Malvoideae y algunas especies de Bombacoideae y Sterculioideae no se pre-

senta diferenciación de color entre albura y duramen. Olor y sabor indistintos. Lustre bajo a mediano. Grano recto a entrecruzado. Textura fina a gruesa. Muy blanda y liviana hasta dura y pesada.

B) ANILLOS DE CRECIMIENTO: desde indistintos o ausentes hasta claramente definidos, principalmente por reducción de diámetro radial de las fibras y/o engrosamiento de sus paredes; ocasionalmente por radios nodulares.

C) VASOS: porosidad difusa. Poros sin patrón definido de disposición, solitarios y múltiples radiales, algunas veces arracimados, desde pequeños hasta grandes. Platinas de perforación simples. Punteaduras intervasculares alternas, circulares a ovaladas, desde diminutas hasta grandes. Punteaduras radiovasculares generalmente con areola reducida o aparentemente simples y de forma redondeada o alargada; similares a las intervasculares en *Apeiba* spp. (Grewioideae) y *Uladendron codesurii* (Malvoideae).

D) FIBRAS: no septadas, excepto en *Pachira quinata*, paredes desde muy delgadas en *Ochroma pyramidale* hasta muy gruesas en *Catostemma commune*, *Eriotheca globosa*, *Pachira insignis*, *P. minor* y *Uladendron codesurii*; ocasionalmente muy gruesas en *Luehea cymulosa*, *L. seemannii* y *Sterculia apetala*; punteaduras indistintamente areoladas.

E) PARÉNQUIMA: apotraqueal difuso, difuso en agregados, paratraqueal escaso y vasicéntrico delgado; predominantemente en bandas con más de tres células de ancho en *Catostemma commune* y *Uladendron codesurii*; en series predominantemente de 4 células de ancho. Parénquima no lignificado en *Apeiba* spp. y *Heliocarpus americanus*, ocasionalmente en *Catostemma commune* en forma de bandas donde se combina con parénquima lignificado.

F) RADIOS: exclusivamente heterocelulares en especies de las cuatro subfamilias; algunas veces combinados con homocelulares de células procumbentes en *Pachira quinata* u homocelulares de células cuadradas o erectas en *Herrania albiflora*, *Theobroma cacao*, *Apeiba tibourbou*, *Luehea* spp. Radios de dos tamaños en algunos representantes de Bombacoideae (*Ceiba pentandra*, *Pachira quinata*, *Pseudobombax septenatum*), Byttneroideae (*Herrania albiflora*, *Guazuma ulmifolia*, *Theobroma cacao*) y Grewioideae (*Apeiba* spp., *Goethalsia meiantha*, *Heliocarpus americanus*, *Luehea cymulosa*, *L. Speciosa*). Radios agregados presentes en *Guazuma ulmifolia* (Byttneroideae), *Theobroma cacao* (Byttneroideae) y en las especies de Grewioideae y Sterculioideae. Células envolventes en representantes de Bombacoideae (*Ceiba pentandra*, *Gyranthera caribensis*, *Pachira insignis*, *P. quinata*, *Quararibea guianensis*), Byttneroideae (*Herrania albiflora*, *Guazuma ulmifolia*, *Theobroma cacao*), Grewioideae (*Apeiba* spp., *Goethalsia meiantha*, *Heliocarpus americanus*, *Luehea cymulosa*, *L. seenmannii*) y Sterculioideae (*Sterculia apetala*, *S. pruriens*). Células tipo baldosa sólo en representantes de Byttneroideae (*Guazuma ulmifolia*) y Grewioideae (*Luehea* spp.). Células radiales perforadas ocasionalmente en *Sterculia pruriens* (Sterculioideae).

G) ESTRUCTURA ESTRATIFICADA: generalmente en parénquima axial; en algunas especies combinada con estratificación en radios bajos. Presente en fibras (*Apeiba schomburgkii*, *Luehea cymulosa*, *L. speciosa*, *Sterculia apetala*, *S. pruriens*). Estratificación total en *Uladendron codesurii* (Malvoideae). Ausente en *Ochroma pyramidale*.

H) SUSTANCIAS MINERALES: cristales prismáticos en parénquima axial y/o radial de todas las especies excepto en algunos representantes de Bombacoideae (*Ochroma pyramidale*, *Pachira minor*, *Pseudobombax septenatum*). Sílice en células parenquimáticas axiales y/o radiales de *Pachira insignis* y *Quararibea guianensis*.

Se hace difícil establecer una clara separación, con base a características anatómicas de la madera, a nivel de subfamilia. Aún cuando existen algunas características que se restringieron a determinadas subfamilias, no se mantienen de manera constante dentro de todos los representantes de las mismas. Por ejemplo, la presencia de sílice sólo se observó en la subfamilia Bombacoideae, pero la mayoría de las especies de dicha subfamilia no desarrollaron ese tipo de sustancia mineral. Las células tipo baldosa sólo estuvieron presentes en Byttneroideae y Grewioideae, pero no se observaron en todos los representantes de cada una de esas subfamilias. Igual situación se puede mencionar para el parénquima no lignificado el cual aparece de manera constante sólo en algunas especies de Grewioideae, pero no en la totalidad de las mismas. La estratificación, principalmente de parénquima axial, estuvo presente en todas las subfamilias aunque la única especie donde se presentó estratificación de todos los elementos celulares fue en *Uladendron codesurii*.

A nivel de características cuantitativas se encontró, para cada carácter, una alta variación incluso entre especies pertenecientes a una misma subfamilia (CUADRO 3, 4), lo cual se manifestó en la formación de grupos estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha = 0{,}01$) y esto permitió la utilización de elementos cuantitativos para separar algunas especies donde los aspectos cualitativos muestran gran similitud. La frecuencia de poros varió entre un mínimo de 2,09 poros/mm^2 en *Pachira quinata* (Bombacoideae) y un máximo de 20,4 poros//mm^2 en *Guazuma ulmifolia* (Byttneroideae). De acuerdo a las categorías establecidas por IAWA Committee (1989), el promedio de frecuencia de poros se ubicó principalmente en las categorías I (< 5 poros/mm^2) y II (5-20 poros/mm^2) con el 48 % de las especies estudiadas en cada una de esas categorías mientras que el 4 % restante correspondió a la categoría III (20-40 poros/mm^2), pero con un valor muy cercano al límite superior de la categoría II y, de acuerdo a la prueba de Tukey (α =0,01), se puede considerar que estadísticamente corresponde a la categoría II. A nivel de subfamilias, la Bombacoideae y Grewioideae se distribuyeron entre las categorías I y II, la Byttneroideae entre las categorías II y III, la única especie estudiada de Malvoideae en la categoría II y las dos especies de Sterculoideae se ubicaron en la categoría I. Con relación al diámetro de poros, los valores oscilaron desde un mínimo de 89 µm en *Herrania albiflora* y un máximo aproximado de 254 µm en *Ceiba pentandra* y *Sterculia apetala*. La distribución porcentual en las categorías de IAWA Committee (1989), el 72 % de las especies corresponde a la categoría III (100-200 µm) e incluye representantes de todas las subfamilias, 24 % en la categoría IV (> 200 µm) con especies de Bombacoideae y Sterculioideae y el 4 % restante en la categoría II (50-100 µm) y sólo incluyó una especie de Byttneroideae. El diámetro de pun-teaduras fue la característica cuantitativa con mayor variación y se encontraron especies en las diferentes categorías establecidas por IAWA Committe (1989), desde diminutas hasta gran-des: el grupo más representativo fue el de punteaduras pequeñas (4-7 µm) con el 36 % de las especies y representado por las sub-

familias Byttneroideae, Grewioideae y Malvoideae; las categorías de punteaduras medianas (7-10 µm) y grandes (>10 µm) tuvieron la misma proporción porcentual con 28 % cada una. En el caso de las punteaduras medianas, estuvieron representadas todas las subfamilias con la excepción de Malvoideae mientras que las pun-teaduras grandes incluyeron a la familia Bom-bacoideae y Grewioideae. Las punteaduras diminutas (< 4 µm) incluyó dos especies pertenecientes a Bombacoideae y Byttneroideae lo cual representa el 8 % de las especies estudiadas. El mayor rango de variación correspondió a la Bombacoideae donde se presentaron punteaduras desde diminutas hasta grandes. Con respecto a los radios, la frecuencia se distribuyó entre dos categorías de IAWA Committee (1989): 68 % de las especies se ubicaron en la categoría II e incluyó representantes de todas las subfamilias con excepción de la Sterculioideae; el 32 % restante correspondió a la categoría I (< 4 radios/mm) con especies de Bombacoideae, Byttneroideae y Sterculioideae. En relación a la altura de radios, el 40 % de las es-pecies presentaron radios con altura promedio correspondientes a la categoría I (< 1 mm) y el 60 % restante se ubicaron en la categoría II (> 1 mm); en la categoría I se encontraron representantes de todas las subfamilias con la excepción de Sterculiodeae mientras que en la categoría II, la única subfamilia no representada fue la Malvoideae. En general, las mayores alturas correspondieron a Bombacoideae, Byttneroideae y Sterculioideae, con el mayor valor en *Sterculia pruriens*.

Las características de las especies estudiadas coinciden con los reportes de otros autores como Angarita (1981), Den Outer & Schütz (1981), Déttiene *et al.* (1983), Valverde (1994) y León (2014, 2015b). Algunos aspectos importantes son los mencionados por Miller (1981) con relación a la presencia de punteaduras intervasculares diminutas en *Quararibea* donde indica que, junto con *Matisia* y *Phragmoteca*, son los únicos géneros ubicados en lo que antes era la familia Bombacaceae con ese tipo de punteaduras. Con respecto a *Uladendron codesurii*, el único reporte disponible es el presentado por Pinto (1978), quien también menciona que todos los elementos celulares se encuentran estratificados; carácter de gran importancia en el sentido que fue la única especie de las 25 estudiadas que presentó estratificación total. Por otra parte, la presencia de células tipo baldosa sólo se encontraron en *Guazuma ulmifolia* y *Luehea* spp.; coincidiendo con lo mencionado por Kribs (1968) en *Luehea divaricata*, Welle & Détienne (1995) para *L. speciosa* y Sonsin *et al.* (2014) en *L. grandifolia*. En el caso de *Guazuma ulmifolia*, la presencia de células tipo baldosa ha sido reportada por algunos autores como Kribs (1968), Barajas & León (1989) y León (2012, 2014). Es necesario mencionar que este tipo de células también se presenta en la subfamilia Helicteroideae (*Durio* spp., *Kostermansia malayana*) y Dombeyoideae (*Pterospermum* spp.).

La dificultad para la separación de algunas de las especies estudiadas conincide con lo encontrado por Den Outer & Schütz (1981) quienes mencionan que las especies de *Apeiba* Aubl. muestran muchas similitudes en su anatomía xilemática y no es posible su separación con base a la estructura de la madera.

CONCLUSIONES

A) Desde el punto de vista de extructura xilemática, no es posible la separación de las diferentes subfamilias estudiadas. Aún cuando se presentan algunas características de valor en el diagnóstico (células tipo baldosa, cristales, sílice, parénquima no ligni-

ficado, entre otras), las mismas no se mantienen de manera constante en todos los representantes de las subfamilias estudiadas y se pueden distribuir entre las diferentes subfamilias.

B) A nivel de especies, se logró elaborar una clave que permitió la separación de 15 especies (60 % del material estudiado) mientras que otras especies se pueden ubicar en grupos. El caso más representativo fue el de las cuatro especies de *Apeiba* (*A. albiflora*, *A. membranaceae*, *A. schomburgkii*, *A. Tibourbou*) las cuales pueden ser fácilmente separadas del resto de las especies por la presencia de parénquima no lignificado, pero no se pueden separar entre sí. Igual situación se presenta con *Sterculia apetala* y *S. pruriens* las cuales no es posible diferenciarlas entre sí. Esta situación también se presentó entre especies de géneros diferentes pero pertenecientes a una misma subfamilia como es el caso de *Herrania albiflora* y *Theobroma cacao* (Byttneroideae).

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agrónomo Julio C. Maldonado Rangel (Laboratorio de Anatomía de Maderas de la Universidad de Los Andes) por la preparación del material para el estudio microscópico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVERSON, W., K. KAROL, D. BAUM, M., S. SWENSEN, R. MCCOURT & K. SYTSMA. 1998. Circumscription of the Malvales and relationships to other Rosidae: evidence from RBCL sequence data. *American Journal of Botany* 85: 876-887.

ALVES, I., I. DANTAS, J. DE MELO & D. DE CASTRO. 2011. A familia Malvaceae sensu lato en uma área do Agreste Paraibano, nordeste do Brasil. *Revista de Biología e Farmacia* 6: 1-20.

ANGARITA, N. 1981. *Estudio anatómico de algunas especies de la familia Bombacaceae*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida, Venezuela. 46 p. (Trabajo de ascenso).

APG. 2003. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141: 399-436.

APG. 2009. An update of the Angiosperm Philogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 105-121.

APG. 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society* 181: 1-20.

BARAJAS, J. & C. LEÓN. 1989. *Anatomía de maderas de México: especies de una selva baja caducifolia*. Universidad Nacional Autónoma de México. Instituto de Biología. Serie Publicaciones Especiales 1. México D.F. 126 p.

BARAJAS-MORALES, J., G. ANGELES & P. SOLÍS. 1997. *Anatomia de maderas de Mexico: especies de una selva alta perennifolia 1*. UNAM Instituto de Biología Publicaciones Especiales 16, 126 p.

BAY CHASEER, C. & K. KUBITZKI. 2003. Malvaceae. In: *The families and genera of vascular plants Vol. V: Flowering plants. Dicotyledons*, 225-311. K. Kubitzki y C. Bayer (eds.). Springer Verlag. Berlin.

CHATTAWAY, M. 1937. The wood anatomy of the family Sterculiaceae. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. Series B-Biological Sciences 228: 313-365.

COROTHIE, H. 1967. *Estructura anatómica de 47 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación*. Universidad de Los Andes. Laboratorio Nacional de Productos Forestales. Mérida, Venezuela. 125 p.

CRONQUIST, A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.

CRONQUIST, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Botanical Garden. 2nd Edition. New York.

DAHLGREN, G. 1989. The last Dahlgrenogram: system of classification of the dycotyledons. In: *Plant taxonomy, phytogeography and related subjects*, 249-260. K. Tan, R. Mill y T. Elias (eds.). Edinburgh University. Edinburgh.

DEN OUTER, R. & P. SCHÜTZ. 1981. Wood anatomy of *Apeiba* (Tiliaceae). *IAWA Bull. n.s.* 2: 187-192.

DÉTIENNE, P., P. JACQUET & A. MARIAUX. 1982. *Manuel d´identification des bois tropicaux. Tome 3: Guyane francaise*. Centre Technique Forestier Tropical. Marne, Francia. 315 p.

DÉTIENNE, P., A. LOUREIRO & P. JACQUET. 1983. Estudo anatómico do lenho da familia Bombacaceae da América. *Acta Amazónica* 13: 831-867.

GÁMEZ, L. 2013. Estudio ecoanatómico de cuatro especies arbóreas de Malvaceae en la estación experimental Caparo, estado Barinas (Venezuela). *Pittieria* 37: 41-51.

HOKCHE, O., P. BERRY & O. HUBER. 2008. *Nuevo catálogo de la flora vascular de Venezuela*. Fundación Instituto Botánico de Venezuela Dr. Tobías Lasser. Caracas. 859 p.

IAWA COMMITTE. 1989. IAWA List of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin n.s.* 10: 219-332.

JUNAC. 1981. *Descripción general y anatómica de 105 maderas del Grupo Andino*. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima, Perú. 441 p.

KRIBS, D. 1968. *Commercial foreign woods on the american market*. Dover Publications Inc. New York 241 p.

LARAÑO A. & I. BUOT. 2010. Leaf architecture of selected species of Malvaceae *sensu* APG and its taxonomic significance. *Philippine Journal of Systematic Biology* Vol. IV: 21-54.

LEÓN H., W. 2002. *Anatomía e Identificación Macroscópica de Maderas*. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones y Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico. Mérida, Venezuela. 120 p.

LEÓN H., W. 2012. Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela). *Revista Forestal Venezolana* 56: 167-195.

LEÓN H., W. 2014. *Anatomía de maderas de 108 especies de Venezuela*. Pittiera. Serie Publicaciones Especiales PE 1. Mérida, Venezuela. 263 p.

LEÓN H., W. 2015a. Anatomía de la madera de 87 especies de la Reserva Forestal Ticoporo (Barinas, Venezuela). *Pittieria* 39: 107-169.

LEÓN H., W. 2015b. Anatomía xilemática de tronco y ramas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae: Byttneroideae). *Ernstia* 25: 1-17.

LINDORF, H. 1994. Eco-anatomical wood features of species from a very dry tropical forest. *IAWA J.* 15: 361-376.

MAINIERI, C. & J. PERES. 1989. *Fichas de características das madeiras brasileiras*. Instituto de PesquisasTecnológicas. Divisao de Madeiras. Sao Paulo, Brasil. 420 p.

MABBERLEY, D. 1990. *The plant-book*. Cambridge University Press. Cambridge, England. 706 p.

METCALFE, C. & L. CHALK. 1950. *Anatomy of Dycotiledons Vol. I*. Clarendon Press. Oxford. 724 p.

MILLER, R. 1981. Wood anatomy of *Phragmotheca* (Bombacaceae). *Brittonia* 43 (2): 88-92.

MILLER, R. & P. DÉTIENNE. 2001. *Major timbers of Guyana. Wood anatomy*.Tropenbos International. Wageningen. 218 p.

NARDI, R. & M. EDLMANN. 1992. *Legnami tropicali importante in Italia: Anatomia e identificazione. Volume II: America Latina*. Instituto di Assestamento e Tecnologia Forestale. Universitá di Firenze. Firenze. 406 p.

NORDAHLIA, A., T. NORAINI, R. CHUNG, S. LIM, I. NADIAH, N. AZAHANA, & N. SOLHANI. 2016a. Comparative wood anatomy of three *Bombax* species and *Ceiba pentandra* (Malvaceae: Bombacoideae) in Malaysia. *Malayan Nature Journal* 68: 203-216.

NORDAHLIA, A., T. NORAINI, R. CHUNG, I. NADIAH, S. LIM, A. NORAZAHANA & S. NOORSOLIHANI. 2016b. Wood anatomical characteristics of *Durio* Adans. (Malvaceae-Helicteroideae: Durioneae). In *2016 UKM FST Postgraduate Colloquium: Proceedings of the Universiti Kebangsaan Malaysia, Faculty of Science and Technology 2016 Postgraduate Colloquium* (Vol. 1784). [060030] American Institute of Physics Inc.. DOI: 10.1063/1.4966868

PATEL, R. 1988. Wood anatomy of dicotyledons indigenous to New Zealand. 17. Tiliaceae. *New Zealand Journal of Botany* 26: 337-343.

PAULA. E. de. 1976. Estudos sobre Bombacaceae: Investigacao anatomica das madeiras de *Catostemma commune* Sandwith, *Catostemma sclerophyllum* Ducke e *Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke, com vistas a polpa, papel e taxinomia. *Acta Amazonica* 6: 155-161.

PÉREZ M., A. 1973. Estructura anatómica de 37 maderas de la Guayana venezolana y clave para su identificación. *Acta Botánica Venezuelica* 8: 9-109.

PÉREZ M., A. 1993. Anatomía e identificación de 40 maderas del bosque La Mucuy, estado Mérida. *Pittieria* 20: 5-78.

PINTO, L. 1978. Descripción anatómica del leño de *Uladendron codesurii* Marcano-Berti (Malvaceae). *Pittieria* 7: 31-34.

RICHTER, G. 1969. *General, macro and microscopic characteristics of 113 panamanian species*. Instituto Intearmericano de Ciencias Agricolas. Turrialba. 233 p.

SAID, W., N. EHSAN & N. KHALIFA. 2013. Comparative study of three species of Malvatheca (Bombacoideae and Malvoideae Malvaceae sensu lato) using morphological, anatomical and RAPD-PCR analyses. *Advances in Enviromental Biology* 7: 415-426.

SONSIN, J., P. GASSON, S. MACHADO, C. CAUM & C. MARCATI. 2014. *Atlas da diversidade de madeiras do cerrado paulista*. Fundacao de Estudos e Pesquisas Agricolas e Florestais. Sao Paulo, Brasil.

STEVENS, P. 2017. Angiosperm Phylogeny Website. http://www.mobot.org/MOBOT/ research/ APweb

TAIA, W. 2009. General view of Malvaceae Juss. S.L. and taxonomic revision of genus *Abutilon* Mill. in Saudi Arabia. *JKAU Science* 21(2): 349-363.

TAKTHAJAN, A. 1980. Outline of the classification of the flowering plants (Magnoliophyta). Bot. Rev. 46 (3): 226-359.

TAKTHAJAN, A. 1997. *Diversity and classification of flowering plants*. Columbia University Press. New York.

VALVERDE, L. 1994. *Estudio anatómico y dendrológico de los árboles de la familia Tiliaceae del área de protección del río Zulia, Santa Bárbara, estado Barinas*. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Mérida, Venezuela. 113 p. (Tesis de grado).

VALVERDE, L. & A. RINCÓN. 2008. Anatomía de la madera de 3 especies de la familia Tiliaceae en Venezuela. *Agricultura Andina* 14: 85-99.

WALSH, M. 1975. Xylem anatomy of *Hibiscus* (Malvaceae) in relation to habit. *Botanical Gazette* 136 (1): 30-40.

WELLE, B. TER & P. DÉTIENNE. 1995. Wood and timber. Tiliaceae. Dipterocarpaceae. pp 53-67 In: A.R.A. Görts-Van Rijn (ed.). *Flora of the Guianas*. Kloetz Scientific Books

WHEELER, E. & P. BAAS. 1994. Wood identification. A review. *IAWA Journal* 19: 241-264.